

赵敏 张武城 王冠殊◎著

TRIZ

进阶及实战

——大道至简的发明方法

TRIZ Enhancement and Practical Applications

- ◎中国的**U-TRIZ**，以功能为导向，以属性为核心，突破、升华了经典**TRIZ**
- ◎独创**SAFC**模型，统一了物场、功能、因果、属性四个分析模型，分析问题快捷严谨
- ◎首次汇总**900**多个科学效应，为工程产品的优化和创新提供了强大的功能引擎
- ◎首次提出人合一进化趋势，丰富了**TRIZ**的技术系统进化理论



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TRIZ

进阶及实战 —— 大道至简的发明方法

TRIZ Enhancement and Practical Applications

赵敏 张武城 王冠殊◎著

本书由三位国内著名 TRIZ 专家倾力合作、历时三年写成，详细介绍了作者多年来研究、应用 TRIZ 的最新成果，首次提出了中国的 U-TRIZ，致力于解决工作中的各类技术问题、难题；有效提升个人、企业的创新能力，助力“两创工作”的开展。

本书的撰写结构充分考虑了继承性和可读性，在每章中先介绍和阐述经典 TRIZ 的内容，然后再介绍基于经典 TRIZ 所开发出来的 U-TRIZ 的内容，同时尽量介绍各种解题工具与功能的关联性，在内容和案例上尽量融入了工业 4.0 和互联网等先进要素。本书力求把一个案例用多个 U-TRIZ 工具加以分析和求解，以加深读者的认识和体验。

本书实践性突出，适合需要解决技术问题、难题的工程技术、科研人员；发明方法/创新方法实践者、研究者和爱好者；以及理工科类高校师生阅读使用。本书是一本不可多得、值得反复阅读查阅的 TRIZ 图书。

图书在版编目 (CIP) 数据

TRIZ 进阶及实战：大道至简的发明方法/赵敏，张武城，王冠殊著.
—北京：机械工业出版社，2015.10
ISBN 978-7-111-51848-8

I. ①T… II. ①赵…②张…③王… III. ①创造学 IV. ①G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 245926 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：李万宇 责任编辑：李万宇

责任校对：陈立辉 封面设计：马精明

责任印制：李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 29.75 印张 · 2 插页 · 578 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-51848-8

定价：98.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

Preface

基于模型化的方法实现发明，即 TRIZ——发明问题解决理论，是苏联发明家阿奇舒勒的巨大成就。经典 TRIZ，传播已久，成果无数。但其工具繁多，导向存异，研修耗时，业内人士一直着力改进。本书作者意图建立一种以功能为导向、以属性为核心的 TRIZ 理论体系，尽量实现工具和方法的统一。这个目标理论体系就是“Unified TRIZ”，简称 U-TRIZ。

功能与物质的属性直接相关，两个物质的属性可以形成一个效应，施加在作用对象上构成一个功能。属性是通向功能之桥，调节属性可以改善或重构产品的功能。

本书展示了多项理论研究成果，如 SAFC 分析模型、40 个发明措施与功能的联系、功能模型与物场模型的相互转换、属性操作调节功能的机理、增加生物特性进化趋势、人机合一进化趋势、物场模型与数字化/信息化/CPS 的关系等，皆为作者首次提出的理论创新点。

作者对理想化的概念进行了反复思考和重新认识，提出了结构化的、逐步深入发展的理想化概念：理想化的最高标准，是任何产品功能都无为而治，自然实现。本书所倡导的价值观：顺应自然，大道至简，天人合一，共轭进化——自然系统与人工系统和谐一体，共生共赢。

作者深化了对物场的认识，认为万物其内皆有场，万物其外皆有场。场是构建数字化、信息化的基本要素。赛博系统（Cyber System）基于物场的基本原理工作。因此，TRIZ 是工程系统向智能系统进化的基础。

作者采用了诸如工业 4.0、互联网、物联网、智能手机、电动车等新技术案例。在工具表格的选取上，未列出大家已熟知的矛盾矩阵表。

本书撰写结构，在章节上考虑了内容的继承性和可读性，在每章中先介绍经典 TRIZ 内容，再介绍 U-TRIZ 内容；在目录结构上兼顾到实操性和应用性，先介绍基本概念、原理方法和工具，再按序讲解问题求解流程，最后给出若干参考案例。

本书包括以下重点内容：

- 介绍了 U-TRIZ 的五个基本概念，突出了对功能的介绍，提出了功能的多种不同的定义方式，强调了功能与属性参数和属性的关系，调物质节属性参数和属性就可以调节功能；
- 介绍了参数与属性的关系、资源与属性的关系，深入理解了与理想化有关的几个概念；
- 对物质的多种属性进行了较为详细的介绍，阐明了“物质、属性、参数、量值”之间的关系；
- 在进化法则部分，既介绍了经典 TRIZ 的进化法则，也介绍了现代 TRIZ 的进化法则（如流进化法则等），同时提出了 U-TRIZ 的两个全新的进化趋势——增加生物特性进化趋势和人机合一进化趋势；
- 在介绍 40 个发明措施时，介绍了发明措施的来历，介绍了发明措施水平的差异，说明了发明措施与功能、属性的关系，着力澄清措施、方法、原理的区别与联系，同时简介了 40 个发明措施在非工程领域的应用；
- 在物场介绍部分，除了介绍经典的 76 个标准解之外，还比较详细地论述了场与物质的关系，物场与功能、属性、效应的关系等，指出赛博系统（Cyber System）都是基于物场的基本原理工作的，给出了从物场模型到功能模型的演变，为开发 SAFC 模型打下了坚实基础；
- 在科学效应部分，介绍了效应与功能的“链”式结构关系，效应与属性的关系、效应与超系统、物场的关系等，并介绍了构建多种效应与功能所对应的知识库的工作；
- 在问题陈述与定义中，特别加入了如何陈述在工程和科研实践中遇到的技术问题，如何使用技术问题提交表来收集技术问题，如何去准确地定义和再定义问题，以及解决问题的三种不同策略；
- 在问题分析部分，介绍了多种实用的问题分析工具，如从功能分析发展出来的功能属性分析，从因果分析发展出来的因果属性分析，现代 TRIZ 中的流分析、USIT 中的粒子分析法等，特别是 U-TRIZ 独创的 SAFC 模型；
- 在问题求解部分，介绍了多种实用的解题工具，如物理矛盾求解、物场求解、流问题求解、功能化问题求解等，特别给出了 SAFC 模型的六种典型问题求解；
- 在附录中，在国内首次以多种表格的形式给出了丰富的科学效应知识库内容。由 922 个科学效应以及效应与功能、属性与功能表格所组成的效应知识库内容，可大大提升发明的效率。

本书适用的范围较广，凡有志于掌握 TRIZ 发明方法的人——初学者可以借此入门，已学者可以借此进阶，研究者可以获得新的线索，实践者可以提升实战能力。

本书近半内容对经典 TRIZ 内容有所发展，有所理论创新，形成了自己的特

前 言

色。也正因为如此，书中必定有些内容还不是很成熟，阐述未必到位，疏漏在所难免，恳请读者予以指正。在此提前致以衷心感谢！



2015年9月

Contents

前言

第一章 概论	1
第一节 客观世界由物质、能量和信息构成	2
第二节 系统的定义、特性与种类	3
第三节 物质是运动和相互作用的	5
第四节 构建系统的目的是实现预设功能	7
第五节 系统问题的表现形式	8
第六节 用发明方法来解决发明问题	9
第七节 TRIZ 若干学术流派	10
第八节 创新的基本定义与实施方式	13
思考题	16
第二章 U-TRIZ 的基本概念	17
第一节 功能	18
第二节 技术系统	33
第三节 资源与属性	37
第四节 矛盾与参数	45
第五节 理想化、理想度、理想化最终结果 (IFR)	52
思考题	56
第三章 技术系统进化法则与功能	58
第一节 技术系统是不进化的	59

第二节	经典 TRIZ 的进化法则	63
第三节	现代 TRIZ 中的流进化法则	84
第四节	技术系统进化理论的发展与改进	91
第五节	技术发展预测分析及实例	99
第六节	对技术系统进化法则的理解与改进	104
思考题	114
第四章	40 个发明措施与功能	116
第一节	40 个发明措施概述	117
第二节	围绕发明措施的理解与讨论	122
第三节	发明措施与技术系统的功能	127
第四节	发明措施与效应、属性和进化法则	135
第五节	发明措施与分离原理的关系	136
第六节	发明措施在多领域的应用	138
思考题	154
第五章	物场标准解与功能	156
第一节	经典 TRIZ 的物场理论概述	157
第二节	经典 TRIZ 的基本物场模型	158
第三节	76 个物场标准解概述	164
第四节	对物质和场的深入理解与讨论	188
第五节	信息化设备、传感器与物场	195
第六节	从场到功能	201
思考题	205
第六章	科学效应与功能	206
第一节	科学效应概述	207
第二节	科学效应分类	213
第三节	对科学效应的深入理解与讨论	220
第四节	科学效应知识库	226
思考题	229

第七章 解题流程：问题陈述与定义	230
第一节 经典 TRIZ 问题求解流程	231
第二节 U - TRIZ 的解题流程	232
第三节 如何陈述一个工程问题	233
第四节 工程问题的再定义	238
第五节 确定解决问题的策略	242
思考题	246
第八章 解题流程：问题分析	247
第一节 资源分析及属性分析	248
第二节 矛盾分析及矛盾属性分析	253
第三节 功能分析及功能属性分析	258
第四节 因果分析及因果属性分析	263
第五节 其他常用问题分析方法	269
第六节 SAFC 模型分析及 SAFC 功能因果链	276
思考题	286
第九章 解题流程：问题求解	287
第一节 矛盾类型问题的求解	288
第二节 物场类型问题的求解	292
第三节 功能化类型问题的求解	294
第四节 流类型问题求解	299
第五节 SAFC 模型类问题求解	300
思考题	306
第十章 行业应用案例	307
案例一：某纪念堂外墙腐蚀问题	308
案例二：解决充电电源生产工艺问题	311
案例三：解决炭火烤肉的问题	315
案例四：技术预测——医学用核磁共振成像技术的发展历程	318

附录1 技术创新问题提交表	321
附录2 固、液、气、场不同形态物质实现功能的效应知识库	323
附录3 操作物质属性参数实现功能的效应知识库	329
子表1——改变物质属性参数的效应表	329
子表2——增加物质属性参数的效应表	338
子表3——减少物质属性参数的效应表	344
子表4——测量物质属性参数的效应表	350
子表5——稳定物质属性参数的效应表	354
附录4 科学效应总表 (922个效应)	360
参考文献	463
后记及致谢	464

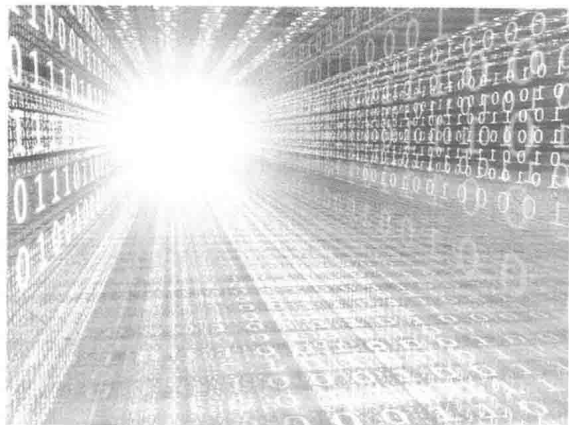
第

一

章

概 论

TRIZ进阶及实战
——大道至简的发明方法



试读结束：需要全本请在线购买：www.ertongbook.com

第一节 客观世界由物质、能量和信息构成

物质一般是指静止质量不为零的实体。物质也常用来泛称所有组成可观测物体的成分。

所有可以用肉眼看到的物体都由原子组成，原子由互相作用的粒子组成，其中包括由质子和中子组成的原子核，以及许多电子组成的电子云。一般而言，科学上把上述复合粒子视为物质，它们具有静止质量及体积。因此，质量与体积，是物质的两个基本属性。本书所谈质量为物理意义上的质量。

物质永恒运动。在某个相对时刻，物质具有“运动”和“静止”两种基本状态。

能量在物理学中是一个可以间接观察到的物理量。它往往被视为某一个物理系统对其他物理系统做功的能力。由于功被定义为力作用一段距离，因此能量总是等同于沿着一定的长度阻挡大自然基本力量的能力。物质所含的总能量取决于其质量，能量如同质量一样一般不会无中生有或无因消失。物质的运动是靠能量提高和维持的。在本书中，携能物质视为具有“场”，场是物质的一种属性，场定义为“一种可以传递物质之间的相互作用的无静质量的实体”。

物质具有能量，例如内能，物体内部的分子在永不停息地做无规则运动，所以分子具有动能，又因为分子间有相互作用所以分子具有势能。内能是物质的一种固有属性，其主要度量值是温度这个重要参数。

信息是现实世界物质客体间相互联系的形式，是事物的一种普遍属性。在自然系统和人工系统中，信息无时不在、无处不有。信息的生成、传输和控制等操作需要能量的支持。

信息是一个高度概括抽象的概念，很难用统一的文字对其进行定义，这是由于其具体表现形式的多样性造成的。信息可以用狭义形式定义：信息是物质存在的一种方式、形态或运动状态，也是事物的一种普遍属性，一般指数据、消息中所包含的意义，可以使消息中所描述事件中的不定性减少；信息也可以用哲学形式定义：信息是事物运动的状态及其改变方式；信息还可以用经典的属加种差定义：信息是物质、能量、信息及其属性的标示，等等。本书倾向采用第一种定义，即信息是事物的一种普遍属性，表征了物质存在的方式、形态或运动状态。没有

物质和物质的运动，就没有信息。本书中所用到的“物质属性”术语，就是一种信息。

作者认为能量和信息都是物质的基本属性，因此在本书中也经常用“物质及其属性”来表述客观世界的基本构成。

物质、能量、信息具有普遍性，它们广泛地存在于客观世界中的每一个层次、每一个系统、每一个角落。物质、能量、信息具有统一性，不管将宇宙分割成多么微小的部分，每一个部分都是物质、能量、信息的统一体。

物质不灭，能量守恒，信息恒生恒变。任何物质、能量和信息的变化，都会以信息的方式展现给我们。这三种基本要素的组合，构成了丰富多彩、变化万千的客观世界。

第二节 系统的定义、特性与种类

1. 系统的定义

人们对系统有着不同的解释与定义。

系统论创始人贝塔朗非定义：“系统是相互联系相互作用的诸元素的综合体”。这个定义强调元素间的相互作用以及系统对元素的整合作用。

维基百科给出的系统的定义：“系统泛指由一群有关联的个体组成，根据预先编排好的规则工作，能完成个别元件不能单独完成的工作的群体。”

“系统是能量、物质、信息流不同要素所构成的。”

“现代汉语词典”的定义：“系统是指同类事物按一定的关系组成的整体。”

复杂巨系统创始人钱学森认为：“系统是由相互作用相互依赖的若干组成部分结合而成的，具有特定功能的有机整体，而且这个有机整体又是它从属的更大系统的组成部分。”

从以上对系统的多种诠释可以看出，尽管定义不同，说法有差异，但是其共同点是“元素（如个体、要素、事物、组成部分）”、“相互关联（如联系、关联、关系）”、“相互作用”、“整体（如综合体、群体、整体）”。两个默认的事实是：元素从属于整体；整体包含至少两个或更多的元素，即系统至少由两个以上相互作用的元素构成。

2. 系统的特性

系统具有以下几个特性：

多样性——系统的种类是多样化的。不同社会、产业、行业、专业具有不同类别和形态的系统。由技术要素组成的系统是技术系统。技术系统的定义参见第二章。

目的性——系统一定是为实现某一个或多个功能目的而构建的。不实现预设功能的系统没有理由存在。系统能完成个别元件、子系统不能单独实现的功能。

关联性——系统的各个元件之间必须按照一定的界面形成相互关联。无论是实体接触类的关联（如彼此之间的固定、定位、导向、阻挡、插接、嵌套、摩擦、碰撞、搅动等），还是非实体接触类的关联（如各种物理场、生物场、心理场等），都属于建立了元件之间的联接关系。关联性是找到系统中最小问题的重要识别条件。

运作性——系统的各个元件/子系统之间必须存在某种或多种相对运动，如平移、旋转、摆动、滚动、滑动、蠕动、腐蚀、燃烧、氧化、光合等，根据预先设定的规则工作。

嵌套性——系统的尺度有大有小。大系统之外还有更大的系统，小系统之内还有更小的系统。即使系统被细分到了单个元件的级别，该元件的不同分段、不同特征还可以作为更小的子系统，甚至可以把元件细分到分子、原子、基本粒子的层次。

生命性——系统从诞生到报废，有其特定的生命周期。本书不做详细论述。

3. 系统的种类

系统分为自然系统、人工系统、复合系统三大类。

自然系统：如人体系统、植物系统、动物系统、生态系统、大气系统、水循环系统等。自然系统属于天然形成，系客观规律和不可抗力为之。顺应自然、有限干预是人类应遵循的基本法则。

人工系统：如操作系统、电力系统、反导系统、医疗系统、标准体系、社会系统等（注：也有学者把社会系统单独划分出来）。人工系统还可以细分为人工物理系统和人工抽象系统。本书重点讨论的是人工物理系统。人工系统属于人为安排与构建，可以充分利用各种资源，予以干预和调整。

复合系统：复合系统是自然系统和人工系统的组合。

技术系统与以上三种系统的关系：所有的人工制造物是人工物理系统，都属于技术系统；为了更好地分析问题，某些自然系统（例如人或动植物等），也可以视作技术系统；某些自然系统的组成部分也可以作为技术系统的组成部分出现，组成较大的技术系统。例如在一个技术系统问题情境中，引入人或动物的感官（视、听、嗅、触觉），或引入水、空气、重力、阳光、灰尘、树木等自然要素。因此，技术系统往往是复合系统。

第三节 物质是运动和相互作用的

1. 物质的运动与相互作用

运动形成物质的不同时空状态。物质的绝对状态是每时每刻都在运动与变化，静止只是相对状态。以静止的、运动的作为定语来描述物质的基本属性，在 TRIZ 中很常见，例如以“静止”、“运动”的状态来区分某些通用工程参数。从物态上来说，物质具有固、粉、液、气、场等不同相态，这些物态的形成是物质粒子、离子或分子间不同运动程度的产物。关于物质相态的转换，请参见第二章第三节。

无论是自然系统还是人工系统，运动必然让系统内部（或内外部）的组件（或物质）之间发生相互作用。相互作用是客观世界中的公理之一。相互作用的结果如下：

- 结果之一是实现了功能。功能在宏观上的描述有有用功能、不良功能（即不足功能、过度功能、有害功能的统称）之分。一个技术系统在实现有用功能的同时，必定伴随产生不良功能。有用功能与不良功能共存是常态。请参见第二章第一节。
- 结果之二是形成了物质、能量、信息在某个时空状态下在技术系统和其环境中的连续运动，这种运动称之为“流”，即形成了物质流，能量流和信息流。流是功能的一种动态的进化形式，也有着类似功能的分类，即有益流、不足流、过度流和有害流。流是一种全新的分析与解题手段，适用范围很广，本书将其列为解题手段之一。关于流的描述请参见第三章第三节。
- 结果之三是导致系统内部（或内外部）的参数、需求或功能之间产生矛盾

(对立统一)，因为无论是对系统组件的参数、需求或功能的改变，都是一种具体的运动形式——改善式的改变，将会引起恶化式的改变，即一方的改善以牺牲另外一方的利益为代价，这种运动形式的结果被称作矛盾。请参见第二章第四节。

- 结果之四是导致了物质本身角色的多用性。物质在不同的问题状态下，在不同的分析情境中，可以具有不同的状态含义，如在功能分析时，物质可以理解为功能物质，在因果分析时，物质又可以理解为因果物质。在以 U-TRIZ 独创的 SAFC 模型做功能因果分析时，物质兼具功能物质和因果物质的含义。在物质相互作用之后，又会产生新的状态的物质，如“未压紧的蒙皮”、“压紧的蒙皮”或“变形的蒙皮”等，严谨的状态描述有助于较为彻底地分析问题，以获得解决问题的有用信息。请参见第八章。
- 结果之五是导致技术系统进化。技术系统的发展演变属于物质运动的一种表现形式。当阻碍技术系统顺畅、圆满地实现预设功能的矛盾被消除时，或者说当技术系统的核心技术发生变化时，技术系统就发生了进化。如同生物系统进化、社会系统进化一样，技术系统进化也有明确、客观的进化规律。技术系统进化规律请参见第三章。

由相互作用而产生了有用功能和有害功能。有用功能和有害功能之间的关系，就是矛盾。相互作用在先，产生矛盾在后。先有相互作用，后有相互作用的不协调（即矛盾）。所有的相互作用不协调都可以最终表现为矛盾。因此，消除矛盾，可以首先从协调相互作用做起。如果协调相互作用无法奏效的话，那么最后转向消除微观层面的物理矛盾，使问题得到彻底解决。

2. 系统与能量

任何物质都携带能量。不管是势能、内能、化学能还是辐射能等。即使在绝对零度下，任何能量都应消失，但是依然有一种能量存在，即“真空零点能”。因此，一个常态的技术系统总是具有能量的，即使静止摆放的物品，也具有势能和内能等。

物质带有能量也就意味着携带某种“场”。物质与能量场的关系密不可分。作者认为：万物其内皆有场，万物其外皆有场。所有的场都由物质支持产生，没有物质就没有稳定的场；所有的物质都处于某种场内，至少具有势能和内能。某些特殊材料之所以特殊，是因为其本身携带了某种形式的能量场，具有特殊的属性，如辐射、发光、形状记忆、变色、气味、磁性、超导等。参见第五章第四节。

3. 系统与信息

物质、能量、信息构成了丰富多彩、千差万别的客观世界。它们是最基本的客观要素，彼此之间相互作用，相辅相成，缺一不可。物质和能量的作用更多地表现在物质之间的相互作用从而实现功能上，因为相互作用必须由能量促成，而信息更多地表现在控制、传动和物质能量的状态表征上。任何信息的生成与变化，都离不开物质和能量。参见第五章。

正是因为有了信息，物质和能量才有其千差万别的性质和状态；正是因为有了信息的传递和交换，物质才有更精确的运动，能量才有更合理的转换，客观世界才有了时空的延展和组织的秩序。复杂的系统过程一直贯穿着信息的传递、交换和生成。自然界的和谐与秩序、生物链的相关与制约，无不表现出信息传递、交换和生成的巨大作用。

第四节 构建系统的目的是实现预设功能

预设功能，是人类赋予并期待某个技术系统在相互作用（运动）后所实现的某种具体结果。“预设”的意思是预先设想或预先设定，即我们设计系统的初衷。之所以提出“预设”作为功能的定性，是因为一个技术系统在实现了我们所期待的有用功能的同时，一定会产生某种我们不希望发生的不良功能。只有有用功能、没有不良功能的技术系统是理想系统，现实中不存在。出现不良功能，即没有百分之百地达成预设功能，也意味着出现了某种程度的折衷。折衷，或多或少地违背了我们构建技术系统的初衷，是要尽量减少或必须消除的。

构建技术系统的目的就是圆满地实现预设功能。发明活动，就是不折衷地解决技术系统在实现预设功能中出现的各种疑难复杂问题的过程。

功能具有详细的分类，诸如：有用功能、有害功能、不足功能、过度功能、主要功能、基本功能、辅助功能、附加功能、生产功能、校正功能、支持功能、运输功能、中性功能等。通常在 TRIZ 的功能分析中，经常提及的是前七种功能。功能具有多种形式的结构化定义。

本书也经常把不足功能、过度功能、有害功能统称为不良功能。关于功能的详细阐述以及功能分析，请参见第二章第一节和第八章第三节。